

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2023年1月12日(12.01.2023)



(10) 国際公開番号

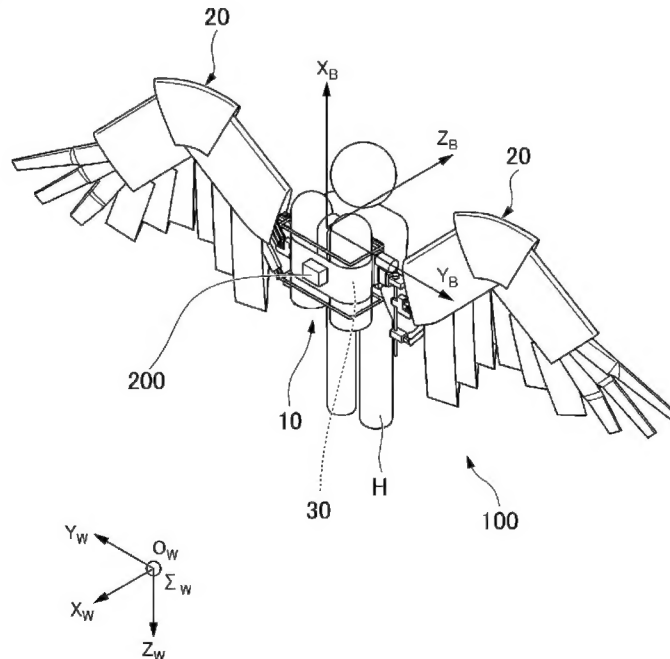
WO 2023/282294 A1

- (51) 国際特許分類:  
*B64C 29/04* (2006.01) *B64C 39/02* (2006.01)  
*B64C 3/56* (2006.01) *G08G 5/00* (2006.01)  
*B64C 39/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/026858
- (22) 国際出願日: 2022年7月6日(06.07.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2021-113544 2021年7月8日(08.07.2021) JP
- (71) 出願人: 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (JAPAN AEROSPACE EXPLORATION AGENCY) [JP/JP]; 〒1828522 東京都調布市深大寺東町七丁目4 4 番地 1 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 和田 大地(WADA Daichi); 〒1828522 東京都調布市深大寺東町七丁目4 4 番地 1 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構内 Tokyo (JP).  
大瀬戸 篤司(ASEDO Atsushi); 〒1828522 東京都調布市深大寺東町七丁目4 4 番地 1 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 及川 周, 外 (OIKAWA Shu et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: FLIGHT EQUIPMENT AND OPERATION METHOD

(54) 発明の名称: 飛行機具及び運営方法

【図2】



(57) Abstract: This flight equipment (100) comprises: a thrust device (10) that provides thrust during flight; wings (20) that maintain the attitude during flight and change the direction of flight; a control part that controls the strength of output from the thrust device (10); and a wearable part (30) that can be worn by a user (H).

(57) 要約: 本発明の飛行機具(100)は、飛行時の推力を付与する推力装置(10)と、飛行時の姿勢を維持し、かつ飛行する方向を転換する翼(20)と、推力装置(10)の出力の強さを制御する制御部と、使用者(H)が着脱可能な着脱部(30)と、を備える。

[続葉有]



WO 2023/282294 A1

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

## 明 細 書

発明の名称：飛行機具及び運営方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、飛行機具及び運営方法に関する。

本願は、2021年7月8日に、日本に出願された特願2021-113544号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

### 背景技術

[0002] 人間が推進系を装着して飛行する飛行機具が開発されている（例えば、非特許文献1～3）。当該飛行機具は、例えば、山岳救助への貢献を目的として、救助隊員の移動を助ける目的に用いられる。

### 先行技術文献

#### 非特許文献

[0003] 非特許文献1：Flight Club - Gravity Industries, [online]. [Retrieved on 18 June 2021], Retrieved from the internet : <URL: <https://gravity.co/>>

非特許文献2：Home - Speeder, JetPack Aviation, [online]. [Retrieved on 18 June 2021], Retrieved from the internet : <URL: <https://jetpackaviation.com/>>

非特許文献3：The first Jetman Yves Rossy, [online]. [Retrieved on 18 June 2021], Retrieved from the internet : <URL: <https://yvesrossy.com/>>

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 従来の飛行機具は、ジェットエンジンによって推力を得ることに加えて、ジェットエンジンによって飛行中の姿勢制御及び方向転換を行っている。このため、燃費の観点から飛行時間が限られる。

また、飛行機具は操縦者（人間）が装備した状態で運用されるのが前提と

なっている。このため、操縦者による姿勢制御が難しく、十分な飛行性能が得られなかったり、習熟に時間が必要であったりする旨の課題がある。

[0005] 本発明は、前述した事情に鑑みてなされたものであって、高い飛行性能を有し、習熟に長時間を要する高い操縦技能を必要としない飛行機具を提供することを目的とする。

### 課題を解決するための手段

[0006] 前記課題を解決するために、本発明は以下の手段を提案している。

本発明に係る飛行機具は、飛行時の推力を付与する推力装置と、飛行時の姿勢を維持し、かつ飛行する方向を転換する翼と、前記推力装置の出力の強さを制御する制御部と、使用者が着脱可能な着脱部と、を備える。

[0007] この発明によれば、翼を備えることで、飛行時に空気力を受けることができる。よって、翼を備えず、ロケットのような弾丸軌道を飛行する場合と比較して、効果的かつ安定的に姿勢制御をすることができる。また、垂直離着陸を初めとした離着陸時においても、姿勢を安定させることができる。更に、翼によって揚力が生じることで、飛行に必要な推力を削減し、推力装置の燃費を向上することができる。よって、飛行時間、滞空時間を向上することができる。これらから、高い飛行性能を備えることができる。

[0008] また、制御部によって推力の強さを制御する。これにより、使用者によっては加速又は減速といった単純な操作と、翼による方向転換のみを操作すればよいことから、より直感的な操作とすることができる。よって、高い操縦技能を必要としない飛行機具とすることができる。

更に、使用者が容易に着脱可能な着脱部を備える。これにより、複数人によって飛行機具を共有することができる。

[0009] また、前記制御部が、前記翼による飛行姿勢及び飛行方向と、前記推力装置の出力と、を制御してもよい。

[0010] この発明によれば、制御部が、翼による飛行姿勢及び飛行方向の制御と、推力装置の出力の制御と、を制御する。これにより、飛行機具による自律飛行が可能である。これにより、使用者によって操作を行うことなく飛行する

ことができる。よって、使用者の操縦技能を不要とすることができる。

[0011] 更に、使用者に装着されず、飛行機具のみによって自律単独飛行することができる。つまり、複数の使用者（例えば、救助隊員）が出発地から目的地に移動しようとするとき、一人の使用者が出発地から目的地まで移動した後、飛行機具のみが自律飛行によって出発地に戻るることができる。よって、出発地から目的地まで複数の使用者が移動する時であっても、1つの飛行機具によって対応することができる。よって、飛行機具を複数準備することなく、効率的な救助活動などに寄与することができる。

[0012] また、前記飛行機具の姿勢を検知する姿勢センサを更に備えてもよい。

[0013] この発明によれば、姿勢センサを更に備える。姿勢センサの検知する情報を制御部による制御に用いることで、より安定した自律飛行とすることができる。更に、使用者による操縦によって飛行する際も、姿勢センサの情報を補助的に用いることで、より安定した飛行とすることができる。

[0014] また、飛行する地点を把握する位置センサを更に備えてもよい。

[0015] この発明によれば、位置センサを更に備える。これにより、例えば、出発地及び目的地を予め飛行機具に登録することで、制御部によって最短経路を選択した飛行をすることができる。

[0016] また、外部と通信する通信部を更に備えてもよい。

[0017] この発明によれば、通信部を更に備える。これにより、使用者による操縦や、制御部による制御による飛行に加えて、外部からの遠隔操作による飛行を行うことができる。

[0018] また、前記翼は折り畳みが可能であってもよい。

[0019] この発明によれば、翼は折り畳みが可能である。よって、飛行機具を運搬する際の機動性を向上することができる。さらに、高速飛行時は翼を格納することで抵抗を減らし、低速飛行時や離着陸時は翼を展開して空気力を得やすくするといった操作をすることができる。よって、より機動性を向上することができる。

[0020] また、本発明に係る運営方法は、前記飛行機具を複数の前記使用者が共有

する運営方法であって、使用者が前記飛行機具を装着して前記飛行機具によって出発地から目的地まで飛行した後、前記飛行機具のみが前記目的地から前記出発地まで飛行する。

[0021] この発明によれば、使用者が飛行機具を装着して飛行機具によって出発地から目的地まで飛行した後、飛行機具のみが目的地から出発地まで飛行する。これにより、複数の使用者によって1つの飛行機具を共有することができる。よって、飛行機具を複数用意することを必要とせず、複数の人員を移動させることができる。

### 発明の効果

[0022] 本発明によれば、高い飛行性能を有し、習熟に長時間を要する高い操縦技能を必要としない飛行機具を提供することができる。

### 図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明に係る飛行機具の一実施形態の模式図である。

[図2]本発明に係る飛行機具の一例を示す全体概要図である。

[図3]制御の第1例の飛行制御装置の構成の一例を示す図である。

[図4]クォータニオンフィードバックを用いた姿勢制御系の一例を示す図である。

[図5]制御部の一連の処理の流れを示すフローチャートである。

[図6]飛行機具の飛行の様子を模式的に示す図である。

[図7]制御の第2例の飛行制御装置の構成の一例を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0024] 以下、図面を参照し、本発明の一実施形態に係る飛行機具を説明する。

図1に示すように、飛行機具100は、使用者Hが装着して空中を飛行し、出発地Aから目的地Bまで移動するために用いる。また、複数の使用者Hが飛行機具100を使用することができる。例えば、一人の使用者Hが飛行機具100を装着して出発地Aから目的地Bまで移動した後、使用者Hが飛行機具100を取り外す。その後、飛行機具100のみによって自律単独飛行を行い、目的地Bから出発地Aまで戻る。このように、1つの飛行機具1

〇〇を複数人で共有して使用する。

[0025] 本実施形態に係る飛行機具100は、一例として、以下の用途に用いる。すなわち、例えば、山岳救助隊が、山のふもとに設置された本部基地（出発地A）から登山道内の救助現場（目的地B）に空路で向かうために用いる。また、1人目の救助隊員が目的地Bに到着した後、飛行機具100が単独で出発地Aまで戻ること、2人目の救助隊員が救助現場に向かう。これを繰り返すことで、1つの飛行機具100によって複数の救助隊員を目的地に出動させるために用いる。また、前述の用途に加え、地上の要救助者を空中で待機中のヘリコプターまで移送するために用いてもよい。

[0026] 図2及び図3に示すように、飛行機具100は、推力装置10と、翼20と、制御部230と、着脱部30と、検出部204と、通信部202と、記憶部206と、電源208と、駆動部210と、を備える。なお、以下において、飛行機具100を制御するために用いる制御部230と、通信部202と、検出部204と、記憶部206と、電源208と、駆動部210とを、飛行制御装置200と呼称することがある。

[0027] 図2に示す $\Sigma_w$ は慣性座標系の一つの地球固定座標 $\Sigma_w$ を表し、 $O_w$ は地球固定座標 $\Sigma_w$ の原点を表し、 $X_w$ 軸は真北を表し、 $Y_w$ 軸は東を表し、 $Z_w$ 軸は鉛直下方を表している。また、慣性主軸を飛行機具100の機体固定座標系として定義した場合、図中 $X_B$ 軸は、飛行機具100の重心を原点としたときの機体の慣性主軸を表し、 $Z_B$ 軸は、機体の下方向を表し、 $Y_B$ 軸は、機体の進行方向右側の方向を表している。言い換えれば、 $X_B$ 軸はロール軸 $X_B$ を表し、 $Z_B$ 軸はヨー軸 $Z_B$ を表し、 $Y_B$ 軸はピッチ軸 $Y_B$ を表している。

[0028] 推力装置10は、飛行時の推力を付与する。推力装置10は、例えば、公知のジェットエンジンが好適に用いられる。推力装置10による出力は、制御部230によって制御される（後述する）。

翼20は、飛行時の姿勢を維持し、かつ飛行する方向を転換する。翼20による方向の転換は、使用者Hから入力信号を受け付けた制御部230によって操作されてもよいし、各種センサからの取得結果を取得した制御部23

0によって制御されてもよい。

本実施形態において、翼20の大きさは、飛行機具100を使用する使用者Hの身長、体重等をはじめとする体格を考慮の上適宜決定される。

[0029] 本実施形態において、翼20はリンク機構を備え、鳥の羽根のように折り畳みが可能である。上述の翼幅は、翼20を広げた状態におけるものとする。翼20を折り畳むことができることで、下記の機能を有する。すなわち、高速飛行時には翼20を折り畳んで小さめにすることで空気抵抗を減らし、低速飛行時及び離着陸時には翼20を大きく展開することで空気力を得る。また、飛行機具100の不使用时には翼20を折り畳むことで、運搬時の機動性に寄与してもよい。また、上記に限らず、翼20は、折り畳むことに代えて伸縮構造を備えることによって展開及び格納が可能な構造としてもよい。あるいは、折りたたみ可能な構造を備えない平板状であってもよい。

また、本実施形態に係る翼20は、上述のリンク機構に加えて各種アクチュエータを備え、図2に示すロール軸 $X_B$ 、ヨー軸 $Z_B$ 、ピッチ軸 $Y_B$ まわりに回転することができるものとする（後述する）。

[0030] 制御部230は、推力装置10の出力の強さを制御する。具体的には、高速飛行時、低速飛行時、離着陸時の各条件に合わせ、推力を強くしたり弱くしたりする。これにより、より安定した飛行に寄与する。前述の出力の制御は、使用者Hによるインターフェイス（不図示）を介した入力を制御部230が受理することによって行われてもよい。あるいは、検出部204（後述する）から提供される各種情報によって制御部230が自律制御してもよい。

[0031] また、上述のように、制御部230が、翼20による飛行姿勢及び飛行方向を制御してもよい。すなわち、翼20の形状や向きについて、使用者Hによるインターフェイスを介した入力を制御部230が受理して、制御部230が翼20に備えられたアクチュエータを適宜操作することによって行ってもよい。あるいは、検出部204（後述する）から提供される各種情報によ



って制御部230が翼20を制御してもよい（以下、使用者の入力によらないセンサ部の情報に基づく制御を自律制御という）。

このように、制御部230は、使用者Hによる操作をインターフェイスを介して受理することによって、あるいは自律制御によって推力装置10及び翼20を制御する。つまり、制御部230は、使用者Hによる操作を補完するために用いられてもよいし、飛行機具100を自律単独飛行するために用いられてもよい。

[0032] 着脱部30は、使用者Hが飛行機具100を装着するために用いる。また、着脱部30は、使用者Hが容易に着脱可能な構造とする。例えば、一般的なリュックサックのように肩に掛ける構造と、使用者Hに固定するための留め具と、を備える構造であってもよい。あるいは、各使用者Hが着脱部30に対応した形状を備えた取付部材を装備した状態において、前記取付部材と着脱部30とを適宜固定する構造としてもよい。

[0033] 検出部204は、飛行状態における飛行機具100の各状態を検知する。検出部204は、例えば、姿勢センサと、位置センサと、加速度センサと、を備える。

姿勢センサは、飛行中の飛行機具100の姿勢を検知する。具体的には、任意の基準姿勢（例えば、使用者Hが飛行機具100を装着し、地面に対して垂直に立っている状態）、に対して、3次元の各軸方向において何度回転しているかを検知する。

[0034] 位置センサは、飛行中の飛行機具100の位置を検知する。位置センサには、例えば、公知のGPSセンサが好適に用いられる。また、出発地Aと目的地Bまでの距離によっては、出発地A又は目的地Bから電波を発信し、それをレーダによって検知することで位置を把握してもよい。これにより、出発地Aから目的地Bまでの間において、飛行機具100が予定通りの経路で移動できているか等を確認する。

[0035] 加速度センサは、飛行中の飛行機具100の加速度あるいは速度を検知する。これにより、飛行機具100が自律飛行を行う際の制御を補完する。

上述の各センサが検知するこれらの情報を、制御部230による推力装置10及び翼20の制御に用いることによって、飛行に係る制御を安定させる。検出部204の情報は、上述のように飛行機具100の推力装置10及び翼20が制御部230によって自律制御される際に用いられてもよい。これに加えて、飛行機具100が使用者Hによって操作されている場合であっても、使用者Hによる操作を補完するために用いられてもよい。

[0036] 通信部202は、飛行機具100と外部とで通信するために用いられる。通信部202は、例えば、飛行中の使用者Hにより推力装置10及び翼20の操作に代えて、外部から同様の操作情報を制御部230に伝達するために用いられる。これにより、使用者Hの操縦技能が未熟であって、かつ、制御部230による自律単独飛行が不可能であるような場合に、外部から操縦に熟練したオペレータによる操縦を行うために用いられる。あるいは、飛行中の使用者Hに対して目的地Bの変更等といった連絡を行うために用いられてもよい。

[0037] [飛行制御装置の構成]

以下、図3、図4、図5、図6、図7を用いて、飛行制御装置200の構成について説明する。下記の制御は、上述の飛行機具100が自律単独飛行をする際に適用される制御の一例である。つまり、飛行機具100の制御は、下記の制御によらなくてもよい。

[0038] [制御の第1例]

図3は、制御の第1例の飛行制御装置200の構成の一例を示す図である。飛行制御装置200は、例えば、通信部202と、検出部204と、記憶部206と、電源208と、駆動部210と、制御部230と、を備える。また、下記における翼20の制御は、翼20が図2に示すロール軸 $X_B$ 、ヨー軸 $Z_B$ 、ピッチ軸 $Y_B$ まわりに回動させ、あるいは、折り畳みをすることが可能であるものとして説明する。

[0039] 通信部202は、例えば、WAN (Wide Area Network) などのネットワークを介して、外部装置と無線通信を行う。外部装置は、例えば、飛行機具1

00を遠隔操作可能なリモートコントローラであってよい。例えば、通信部202は、外部装置から、飛行機具100がとるべき姿勢や速度などを指示するコマンドを受信する。

[0040] 検出部204は、上述の各センサに加えて、例えば、慣性計測装置を備える。慣性計測装置は、例えば、三軸式加速度センサと、三軸式ジャイロセンサとを含む。慣性計測装置は、これらのセンサによって検出された検出値を制御部230に出力する。慣性計測装置による検出値には、例えば、水平方向、垂直方向、奥行き方向の各加速度及び／又は角速度や、ピッチ、ロール、ヨーの各軸の速度（レート）などが含まれる。検出部204には、更に、レーダやファインダ、ソナー、GPS（Global Positioning System）受信機などが含まれてもよい。また、検出部204には、更に、翼20のひずみを検出する光ファイバセンサや、それら翼20にかかる圧力を検出する圧力センサが含まれてもよい。

[0041] 記憶部206は、例えば、HDD（Hard Disc Drive）、フラッシュメモリ、EEPROM（Electrically Erasable Programmable Read Only Memory）、ROM（Read Only Memory）、RAM（Random Access Memory）などの記憶装置により実現される。記憶部206には、ファームウェアやアプリケーションプログラムなどの各種プログラムのほかに、制御部230の演算結果などがログとして格納される。

[0042] 電源208は、例えば、リチウムイオン電池などの二次電池である。電源208は、駆動部210や制御部230に電力を供給する。電源208には、更に、ソーラーパネルなどが含まれてもよい。

[0043] 駆動部210は、例えば、推力アクチュエータ212と、スweepアクチュエータ214と、ツイストアクチュエータ216と、フォールドアクチュエータ218と、を備える。

[0044] 推力アクチュエータ212は、推力装置10を駆動させ、飛行機具100に推力を与える。スweepアクチュエータ214は、ヨー軸 $Z_B$ 周りに翼20を回動させる。

- [0045] ツイストアクチュエータ 216 は、ピッチ軸  $Y_B$  周りに翼 20 を回動させる。フォールドアクチュエータ 218 は、ピッチ軸  $Y_B$  方向に翼 20 を展開したり、畳んだりする。
- [0046] 制御部 230 は、例えば、CPU (Central Processing Unit) や GPU (Graphics Processing Unit) などのプロセッサが記憶部 206 に格納されたプログラムを実行することにより実現される。また、制御部 230 は、LSI (Large Scale Integration)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、または FPGA (Field-Programmable Gate Array) などのハードウェアにより実現されてもよいし、ソフトウェアとハードウェアの協働によって実現されてもよい。
- [0047] 以下、制御部 230 の制御内容の第 1 例について説明する。制御部 230 は、飛行機具 100 が 90 度のピッチアップ状態、すなわち、飛行機具 100 が推力装置 10 によって真上に上昇する向きにある状態にあるときに、推力アクチュエータ 212 を制御することで推力装置 10 を駆動させる。これによって、飛行機具 100 は、テールシッタ方式の VTOL (Vertical Take Off and Landing) 無人機のように離陸する。テールシッタ方式とは、90 度のピッチアップ状態から離陸し、一定の高度で機首を水平に戻して翼 20 が発生する揚力で飛行する飛行方式である。
- [0048] このようなテールシッタ方式は、姿勢変化が大きいため、姿勢誤差の計算に ZYX オイラーを用いると離着陸時に  $Z_B$  軸がプラスマイナス 90 度の時に特異姿勢となり表現ができなくなる。また、本実施形態に係る翼 20 による鳥を模倣した飛行では、大きな姿勢変動が起こる蓋然性が高くなるため、特異姿勢がない姿勢表現が必要である。この問題を解決するため、姿勢誤差の計算にクォータニオンを採用する。クォータニオンは、三次元の単位ベクトル  $r$  とその回転角度  $\zeta$  を使って数式 (1) で表される。
- [0049] [数 1]

$$q = \begin{bmatrix} \cos(\zeta/2) \\ r \sin(\zeta/2) \end{bmatrix} = [q_0 \quad q_1 \quad q_2 \quad q_3]^T \quad (1)$$

[0050] 目標姿勢を  $q_r$  とし、現在姿勢を  $q_c$  とすると、目標姿勢と現在姿勢の偏差  $q_e$  はクォータニオン行列を用いると、数式 (2) で表される。

[0051] [数2]

$$q_e = \begin{bmatrix} q_{r0} & q_{r1} & q_{r2} & q_{r3} \\ -q_{r1} & q_{r0} & q_{r3} & -q_{r2} \\ -q_{r2} & -q_{r3} & q_{r0} & q_{r1} \\ -q_{r3} & q_{r2} & -q_{r1} & q_{r0} \end{bmatrix} q_c \quad (2)$$

[0052] 偏差  $q_e$  は、機体の現在姿勢を目標姿勢に近づけるために、現在の機体固定座標系において、どの軸周りにどれだけ回転すればよいか、ということを示している。例えば、制御部 230 は、 $q_e$  のベクトル部を機体固定座標  $X_B$ 、 $Y_B$ 、 $Z_B$  軸に対応させてフィードバック制御を行う。

[0053] 図 4 は、クォータニオンフィードバックを用いた姿勢制御系の一例を示す図である。例えば、制御部 230 は、スweepアクチュエータ 214、ツイストアクチュエータ 216、フォールドアクチュエータ 218 を制御して、飛行機具 100 の  $X_B$  軸、 $Y_B$  軸、 $Z_B$  軸における姿勢を制御する。

[0054] 制御部 230 は、各軸に対応したアクチュエータを P I D (Proportional-Integral-Differential Controller) 制御を行う。P I D 制御は、数式 (3) ~ (5) で表される。

[0055] [数3]

$$\delta_x = -\left(K_P q_{ex} + K_I \int q_{ex} dt + K_D \dot{q}_{ex}\right) \quad (3)$$

[0056] [数4]

$$\delta_y = -(K_P q_{ey} + K_D \dot{q}_{ey}) + K_J \omega_z \quad (4)$$

[0057] [数5]

$$\delta_z = -(K_P q_{ez} + K_D \dot{q}_{ez}) + K_J \omega_y \quad (5)$$

[0058] 式中の  $\delta_x$  は、翼 20 のツイストの舵角、すなわちツイスト角度を表しており、 $\delta_y$  は、昇降舵の舵角を表しており、 $\delta_z$  は、方向舵の舵角を表している。 $K_P$  は比例ゲインを表し、 $K_I$  は積分ゲインを表し、 $K_D$  は微分ゲインを表している。 $K_J$  は機体のジャイロモーメントを補正するためのゲインである。

[0059]  $Y_B$  軸及び  $Z_B$  軸の制御には、右辺の第三項に推力ジャイロ効果の影響を考慮した補正項 ( $K_j \omega_y$ 、 $K_j \omega_z$ ) を追加している。 $\omega_z$  は、 $Z_B$  軸周りの機体の回転速度である。 $\omega_y$  は、 $Y_B$  軸周りの機体の回転速度である。

[0060] 例えば、制御部 230 は、図 4 に示すように、飛行機具 100 の現在位置と目標位置との誤差距離を用いて目標姿勢を計算する。そして、制御部 230 は、計算した目標姿勢を基に、ツイストアクチュエータ 216 を制御して、飛行機具 100 の姿勢を制御する。なお、目標姿勢は、コマンドとして外部装置から指示されてもよい。

[0061] [制御部の処理フロー]

以下、制御部 230 の一連の処理の流れをフローチャートを用いて説明する。図 5 は、制御部 230 の一連の処理の流れを示すフローチャートである。本フローチャートの処理は、例えば、所定の周期で繰り返し行われてよい。

[0062] まず、制御部 230 は、通信部 202 を介して外部装置からコマンドを取得する（ステップ S100）。コマンドには、例えば、飛行機具 100 の取るべき姿勢、すなわち目標姿勢  $q_r$  が含まれる。

[0063] 次に、制御部 230 は、検出部 204 の検出結果をもとに、飛行機具 100 の現在姿勢  $q_c$  を計算し、計算した現在姿勢  $q_c$  と目標姿勢  $q_r$  との偏差  $q_e$  を計算する（ステップ S102）。偏差  $q_e$  には、機体固定座標  $X_B$ 、 $Y_B$ 、 $Z_B$  軸に対応したクォータニオン  $q_{ex}$ 、 $q_{ey}$ 、 $q_{ez}$  が含まれる。

[0064] 次に、制御部 230 は、計算した偏差  $q_e$  を基に、ツイストの舵角  $\delta_x$ 、昇降舵の舵角  $\delta_y$ 、方向舵の舵角  $\delta_z$  を制御量として、PID 制御によって計算する（ステップ S104）。

[0065] 次に、制御部 230 は、計算した各舵角  $\delta_x$ 、 $\delta_y$ 、 $\delta_z$  に基づく制御信号を各アクチュエータに送り、各アクチュエータを制御する（ステップ S106）。これによって本フローチャートの処理が終了する。

[0066] 図 6 は、飛行機具 100 の飛行の様子を模式的に示す図である。図示の例では、一定の高度で水平飛行している飛行機具 100 が着陸するときの様子

を表している。図中Gは、目標とする着陸地点である。着陸地点Gは、一次元の点であってもよいし、二次元の面であってもよいし、三次元の立体的な空間であってもよい。

[0067] 例えば、時刻  $t_1$  の時点で、通信部 202 が、外部装置から飛行機具 100 を着陸させるためのコマンドを受信したとする。この場合、制御部 230 は、スweepアクチュエータ 214 を制御して翼 20 をヨー軸  $Z_B$  周りに回転させることで、翼 20 を機体の前方に移動させる。これによって、飛行機具 100 の機首が上がる。

また、制御部 230 は、フォールドアクチュエータ 218 を制御して翼 20 を更にピッチ軸  $Y_B$  方向に翼 20 を延伸させる。また、制御部 230 は、飛行機具 100 の機首を上げる。これによって、飛行機具 100 は、時刻  $t_2$ 、 $t_3$ 、 $t_4$  のように、機体を持ち上げながら、90度のピッチアップ状態へと遷移する。この結果、飛行機具 100 は、機体全体の抗力が大きくなるため、速やかに減速することができる。制御部 230 は、飛行機具 100 がピッチアップ状態となった場合、推力アクチュエータ 212 を制御して、飛行機具 100 をホバリングさせながら目的地 B に降下させる。

[0068] 以上説明した制御の第 1 例によれば、翼 20 がピッチ軸  $Y_B$  方向に延伸する。これによって、空気力を得ることで失速を抑制することができる。この結果、飛行機具 100 の飛行性能を向上させることができる。

[0069] また、上述した制御の第 1 例によれば、翼 20 をピッチ軸  $Y_B$  方向に伸縮させるフォールド機構に加えて、更に、翼 20 をヨー軸  $Z_B$  周りに回転させ、翼 20 を機体の前後方向に移動させるスweep機構と、翼 20 をピッチ軸  $Y_B$  周りに回転させ、飛行機具 100 に対して翼 20 を内旋または外旋させるツイスト機構とを有することで、翼 20 の翼面積や形状の変化量を大きくすることができる。この結果、揚力やモーメントの変化が大きくなり、飛行機具 100 の機敏性を向上させることができる。

[0070] なお、上述した翼 20 は、スweep動作、ツイスト動作、及びフォールド動作のそれぞれについて、両翼対称または非対称に行うことができる。また

、翼 20 は、飛行構造への適用だけでなく、風力または潮流発電ブレードや、その他流体から力を受ける構造に適用可能である。

[0071] [制御の第 2 例]

以下、制御の第 2 例について説明する。制御の第 2 例では、深層強化学習を用いて、飛行機具 100 の姿勢や速度などを基に、スweep機構、ツイスト機構、及びフォールド機構のそれぞれの制御量を決定する点で上述した制御の第 1 例と相違する。以下、制御の第 1 例との相違点を中心に説明し、制御の第 1 例と共通する点については説明を省略する。なお、制御の第 2 例の説明において、制御の第 1 例と同じ部分については同一符号を付して説明する。

[0072] 深層強化学習の一つには、例えば、DQN (Deep Q-Network) が含まれる。DQN とは、Q 学習と呼ばれる強化学習において、ある時刻  $t$  のある状態変数  $s_t$  の下で、ある行動  $a_t$  を選択したときの価値を関数として表した行動価値関数  $Q(s_t, a_t)$  を、ニューラルネットワークに近似関数として学習させる手法である。

[0073] 図 7 は、制御の第 2 例の飛行制御装置 200A の構成の一例を示す図である。制御の第 2 例の飛行制御装置 200A では、記憶部 206A にモデル情報 300 が格納される。

[0074] モデル情報 300 は、Q 学習によって学習されたモデル MDL を定義した情報（プログラムまたはデータ構造）である。モデル MDL は、例えば、複数の畳み込み層と、それら複数の畳み込み層の出力結果を一つに統合する全結合層とを含むニューラルネットワークによって実現されてよい。

[0075] モデル情報 300 には、例えば、各ニューラルネットワークを構成する入力層、一以上の隠れ層（中間層）、出力層の其々に含まれるユニットが互いにどのように結合されるのかという結合情報や、結合されたユニット間で入出力されるデータに付与される結合係数などの各種情報が含まれる。結合情報とは、例えば、各層に含まれるユニット数や、各ユニットの結合先のユニットの種類を指定する情報、各ユニットを実現する活性化関数、隠れ層のユ



ユニット間に設けられたゲートなどの情報を含む。ユニットを実現する活性化関数は、例えば、正規化線形関数（ReLU関数）であってもよいし、シグモイド関数や、ステップ関数、その他の関数などであってもよい。ゲートは、例えば、活性化関数によって返される値（例えば1または0）に応じて、ユニット間で伝達されるデータを選択的に通過させたり、重み付けたりする。結合係数は、例えば、ニューラルネットワークの隠れ層において、ある層のユニットから、より深い層のユニットにデータが出力される際に、出力データに対して付与される重みを含む。また、結合係数は、各層の固有のバイアス成分などを含んでもよい。

[0076] モデルMDLは、例えば、状態変数 $s_t$ が入力されると、行動価値関数 $Q(s_t, a_t)$ を出力するように学習される。

[0077] 状態変数 $s_t$ は、例えば、上述した飛行機具100の現在姿勢 $q_o$ や目標姿勢 $q_r$ 、或いはそれらの偏差 $q_e$ である。また、状態変数 $s_t$ には、姿勢や偏差に代えて、或いは加えて、飛行機具100の速度などが含まれてよい。また、検出部204にひずみを検出する光ファイバセンサや圧力を検出する圧力センサが含まれている場合、状態変数 $s_t$ には、それらセンサから取得可能なひずみや圧力が含まれてよい。ひずみや圧力を含む状態変数 $s_t$ は、「変位情報」の一例である。

[0078] 行動 $a_t$ は、例えば、スワイプ機構の制御量、ツイスト機構の制御量、フォールド機構の制御量、推力装置10の回転速度、昇降舵の舵角、方向舵の舵角などである。すなわち、行動 $a_t$ は、駆動部210の各アクチュエータの操作量である。また、行動 $a_t$ は、PID制御の比例ゲイン $K_p$ や、積分ゲイン $K_i$ 、微分ゲイン $K_d$ 、補正ゲイン $K_j$ であってもよい。また、行動 $a_t$ は、PID制御やホバリング制御といった種々の制御のうち、いずれの制御を行うのか、或いは行わないのか、といったことを表す指標値であってもよい。

[0079] Q学習は、例えば、翼20や推力装置10、昇降舵、方向舵が理想的な状態をとる場合に報酬を高くして、モデルMDLの重みやバイアスを学習する。例えば、決められた着陸地点Gの上空において、飛行機具100の姿勢が

90度のピッチアップ姿勢であり、飛行機具100の速度が静止と見做せる程度の速度にあるときには報酬を高くしてよい。一方、飛行機具100が地面や木々に接触したり、決められていた高度から逸脱したりする状態にあるときには、報酬を低く（例えばゼロ）にしてよい。

[0080] 制御部230は、このように行動 $a_t$ に応じて報酬が与えられるように学習されたモデルMDLに対して、飛行機具100の現在姿勢 $q_c$ や目標姿勢 $q_r$ などを状態変数 $s_t$ として入力する。これら状態変数 $s_t$ が入力されたモデルMDLは、報酬が最も高くなりやすい各アクチュエータの操作量を行動価値関数 $Q(s_t, a_t)$ として出力する。

[0081] 制御部230は、モデルMDLによって出力された各アクチュエータの操作量を基に、アクチュエータを制御することで、飛行機具100を飛行させる。

[0082] 以上説明した制御の第2例によれば、予めQ学習によって学習されたモデルMDLを利用して各アクチュエータを制御するため、鳥の飛行方法により近づけることができる。この結果、飛行機具100の機敏性を更に向上させることができる。

[0083] また、上述した制御の第2例によれば、スweep機構、ツイスト機構、及びフォールド機構による飛行動作において、入力とその入力に対する応答としての運動との関係に大きな非線形性を伴うものの、非線形性のある環境下でも適した行動を出力できるようにモデルMDLを学習させることができるため、従来制御では困難であった飛行方式を採用することができる。

[0084] (飛行機具の運営方法)

次に、飛行機具100と、飛行機具100に搭載された飛行制御装置200を用いた運営方法について説明する。本実施形態に係る運営は、図1に示すように、1つの飛行機具100を複数の使用者Hが共有して、出発地Aから目的地Bに向かう際に行われる。

[0085] (使用者によって飛行機具を操作する場合)

まず、飛行機具100を使用者Hが操作することで飛行する場合について

説明する。すなわち、使用者Hによるインターフェイスを介した入力を制御部230が受理することで飛行する場合について説明する。

まず、1人目の使用者Hが出発地Aから目的地Bに移動する。その際、まず、出発地Aにおいて使用者Hが飛行機具100を装着する。次に、使用者Hがインターフェイスを操作して飛行機具100を起動し、推力装置10に対して出力を指示することで垂直方向に離陸する。このとき、翼20はフォールド機構によって格納しておく。出発地Aの周囲に木などの障害物がある場合、翼20はフォールド機構によって最大限格納する。離陸時に推力装置10の後流などによる空気力を得たい場合は、翼20を展開してもよい。翼20の展開は、使用者Hによって行われてもよいし、飛行機具100の起動と同時に制御部230によって自動的に翼20を最大限展開することで、使用者Hを補助してもよい。

[0086] 飛行機具100によって十分な高さまで離陸した後、水平飛行に移行する。すなわち、使用者Hが翼20をツイスト機構によってピッチ軸 $Y_B$ 方向に回転させたり、スweep機構によってヨー軸 $Z_B$ 方向に回転させたりして、前傾姿勢に移行する。このとき、空気抵抗を少なくするために、飛行中に翼20を格納してもよい。揚力を得るために、飛行中に翼20を展開してもよい。

使用者Hは飛行中、適宜インターフェイスを操作して、飛行姿勢や飛行高さ、飛行方向や飛行速度を調節する。なおインターフェイスには、現在の飛行位置を表示する地図などが表示されてもよい。

水平飛行により目的地に近づいた後、着陸姿勢に移行する。すなわち、使用者Hが翼20をピッチ軸 $Y_B$ 方向に回転させたり、スweep機構によってヨー軸 $Z_B$ 方向に回転させたりして、前傾姿勢から直立姿勢に移行する。このとき、翼20をフォールド機構によって格納する。目的地Bの周囲に木などの障害物がある場合、翼20はフォールド機構によって最大限格納する。着陸時に推力装置10の後流などによる空気力を得たい場合は、翼20を展開してもよい。翼20の展開は使用者Hによって行われてもよいし、使用者Hによる翼20の回転操作によって着陸姿勢に移行したことを制御部230が感

知して、自動的に展開することで、使用者Hを補助してもよい。

[0087] 1人目が飛行機具100によって目的地Bに到着した後は、飛行機具100が自律制御によって飛行することで、飛行機具100のみが出発地Aに帰還する。その後、必要の場合は飛行機具100に燃料を補給するなどして、2人目の使用者Hが飛行機具100を装着して、目的地Bに移動する。

[0088] (飛行機具の自律制御によって飛行する場合)

次に、飛行機具100の自律制御によって飛行する場合について説明する。自律制御による飛行は、上述のように目的地Bから出発地Aへ飛行機具100のみが帰還する際に行われてもよいし、使用者Hが出発地Aから目的地Bに移動する場合であっても、使用者Hが飛行機具100の操作に習熟していない場合等に行われてもよい。

まず、目的地Bに到着した1人目の使用者Hが、飛行機具100を取り外す。次に、飛行機具100に対して帰還を指示する。具体的には、インターフェイスを介して制御部230に入力することで、飛行機具100を自律制御に移行する。あるいは、使用者Hが飛行機具100を取り外したことを検出部204によって検知して、自動的に自律制御に移行してもよい。

[0089] 自律制御に移行した飛行機具100は、上述の各機能を用いて出発地Aに帰還する。すなわち、制御部230が、駆動部210を制御して離陸し、記憶部206に記憶された目的地B及び出発地Aの情報と、検出部204によって検知する飛行機具100の現在位置の情報と、を参照して、駆動部210によって進行方向を適宜調節し、出発地Aへ近づいたことを検出部204によって把握すると降下し、着陸する。

使用者Hが飛行機具100の自律制御によって出発地Aから目的地Bに移動する場合も、同様の制御によって飛行する。この場合は、自動制御によって出発地Aから目的地Bに移動することを、インターフェイスを介して制御部230に指示する。

[0090] 記憶部206への出発地A及び目的地Bの登録は、次のように行われる。すなわち、出発前に予め目的地Bが決まっている場合には、飛行機具100

による飛行開始前にインターフェイスを介して、又は通信部202によって記憶部206に出発地A及び目的地Bを登録してもよい。出発前に目的地Bが決まっていない場合（例えば、救助隊員が飛行機具100を使用するような場合に、救助者の位置が不明で、空中から救助者を捜索する必要があるような場合）は、予め出発地Aのみ記憶部206に登録する。その後、1人目の使用者Hが使用後にインターフェイスを介して記憶部206に登録してもよいし、飛行機具100が最初に着陸した場所を検出部204によって検知し、自動的に記憶部206に登録してもよい。

[0091] また、使用者Hが飛行中に目的地Bを変更する必要がある場合は、通信部202によって記憶部206への登録内容を変更してもよい。また、使用者Hが飛行機具100の操作に習熟していない場合に、操作に習熟した別の人間が地上において通信部202によって飛行操作を行ってもよい。

[0092] 以上説明したように、本実施形態に係る飛行機具100によれば、翼20を備えることで、飛行時に空気力を受けることができる。よって、翼20を備えず、ロケットのような弾丸軌道を飛行する場合と比較して、効果的かつ安定的に姿勢制御をすることができる。また、垂直離着陸を初めとした離着陸時においても、姿勢を安定させることができる。更に、翼20によって揚力が生じることで、飛行に必要な推力を削減し、推力装置10の燃費を向上することができる。よって、飛行時間、滞空時間を向上することができる。これらから、高い飛行性能を備えることができる。

[0093] また、制御部230によって推力の強さを制御する。これにより、使用者Hによっては加速又は減速といった単純な操作と、翼20による方向転換のみを操作すればよいことから、より直感的な操作とすることができる。よって、高い操縦技能を必要としない飛行機具100とすることができる。

更に、使用者Hが容易に着脱可能な着脱部30を備える。これにより、複数人によって飛行機具100を共有することができる。

[0094] また、制御部230が、翼20による飛行姿勢及び飛行方向の制御と、推力装置10の出力の制御と、を制御する。これにより、飛行機具100によ

る自律飛行が可能である。これにより、使用者Hによって操作を行うことなく飛行することができる。よって、使用者Hの操縦技能を不要とすることができる。

[0095] 更に、使用者Hに装着されず、飛行機具100のみによって自律単独飛行することができる。つまり、複数の使用者H（例えば、救助隊員）が出発地Aから目的地Bに移動しようとするとき、一人の使用者Hが出発地Aから目的地Bまで移動した後、飛行機具100のみが自律飛行によって出発地Aに戻ることができる。よって、出発地Aから目的地Bまで複数の使用者Hが移動する時であっても、1つの飛行機具100によって対応することができる。よって、飛行機具100を複数準備することなく、効率的な救助活動などに寄与することができる。

[0096] また、姿勢センサを更に備える。姿勢センサの検知する情報を制御部230による制御に用いることで、より安定した自律飛行とすることができる。更に、使用者Hによる操縦によって飛行する際も、姿勢センサの情報を補助的に用いることで、より安定した飛行とすることができる。

[0097] また、位置センサを更に備える。これにより、例えば、出発地A及び目的地Bを予め飛行機具100に登録することで、制御部230によって最短経路を選択した飛行をすることができる。

[0098] また、通信部202を更に備える。これにより、使用者Hによる操縦や、制御部230による制御による飛行に加えて、外部からの遠隔操作による飛行を行うことができる。

[0099] また、翼20は折り畳みが可能である。よって、飛行機具100を運搬する際の機動性を向上することができる。さらに、高速飛行時は翼20を格納することで抵抗を減らし、低速飛行時や離着陸時は翼20を展開して空気力を得やすくするといった操作をすることができる。よって、より機動性を向上することができる。

[0100] また、使用者Hが飛行機具100を装着して飛行機具によって出発地Aから目的地Bまで飛行した後、飛行機具100のみが目的地Bから出発地Aま

で飛行する。これにより、複数の使用者Hによって1つの飛行機具100を共有することができる。よって、飛行機具100を複数用意することを必要とせず、複数の人員を移動させることができる。

[0101] なお、本発明の技術的範囲は前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

例えば、使用者Hによる操縦によって飛行するモードと、制御部230による自律飛行モードとを切り替え可能としてもよい。

また、飛行中に使用者Hが何らかの方法で、位置センサの出力する位置情報における任意の地点を随時記録できるようにしてもよい。これにより、例えば、使用者Hが上空で要救助者等を発見した地点を記録部に登録することで、より効率的な救助活動に寄与できるようにしてもよい。

また、翼20は、使用者Hの体格や飛行現場の天候等によって交換が可能であってもよい。

また、飛行機具100は、尾翼を備えていてもよい。例えば、使用者Hが飛行機具100を装着しているときは前記尾翼を格納して、自律単独飛行を行う際に前記尾翼を展開するようにしてもよい。

また、使用者Hは、飛行中に空中において飛行機具100を体から取り外してもよい。その後、使用者Hはパラシュート等によって目的地Bに降下してもよい。その際、飛行機具100は、使用者Hから取り外されたことを検知して、自動飛行により帰還してもよい。

[0102] その他、本発明の趣旨に逸脱しない範囲で、前記実施形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能であり、また、前記した変形例を適宜組み合わせてもよい。

### 産業上の利用可能性

[0103] 本発明によれば、高い飛行性能を有し、習熟に長時間を要する高い操縦技能を必要としない飛行機具を提供することができる。

### 符号の説明

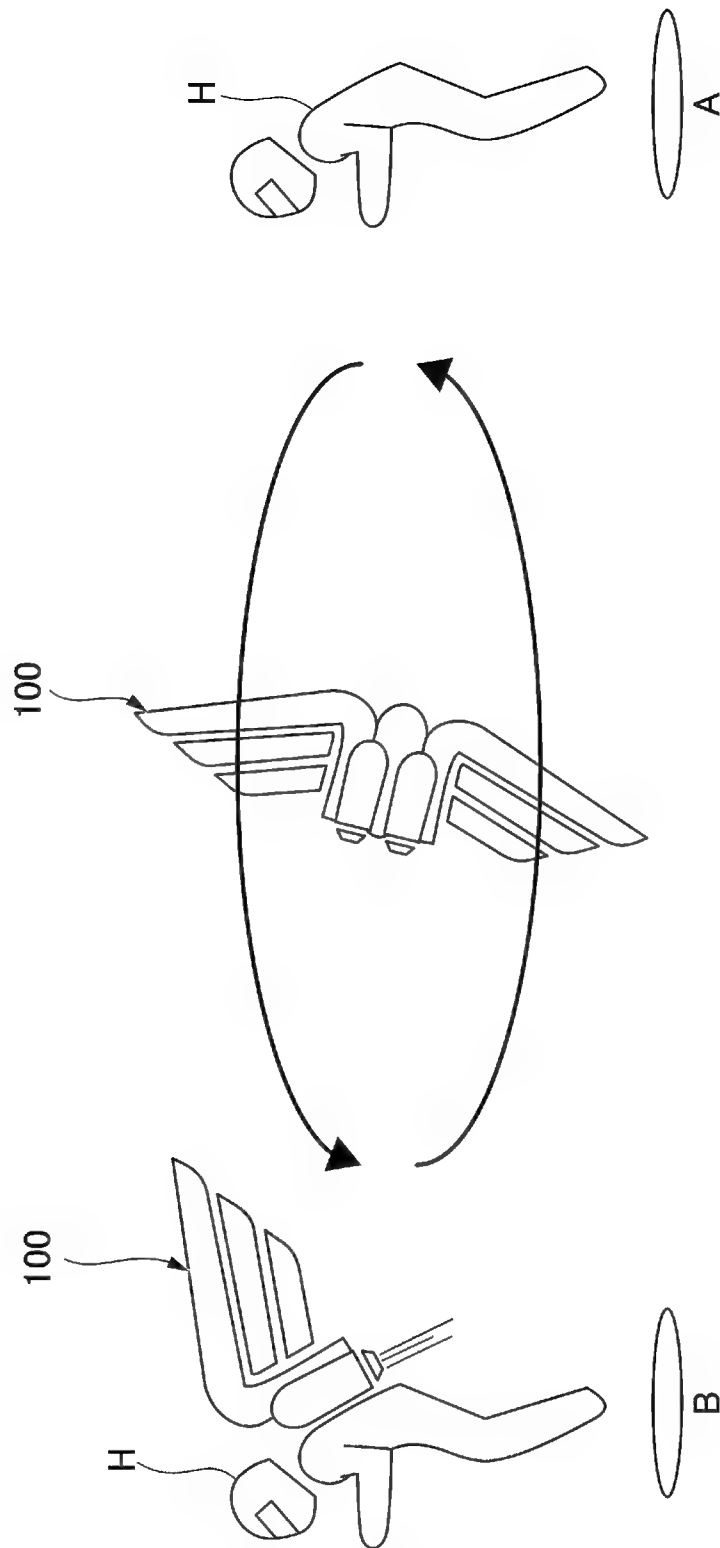
[0104] 1 0 推力装置  
2 0 翼  
3 0 着脱部  
1 0 0 飛行機具  
2 3 0 制御部  
A 出発地  
B 目的地  
H 使用者



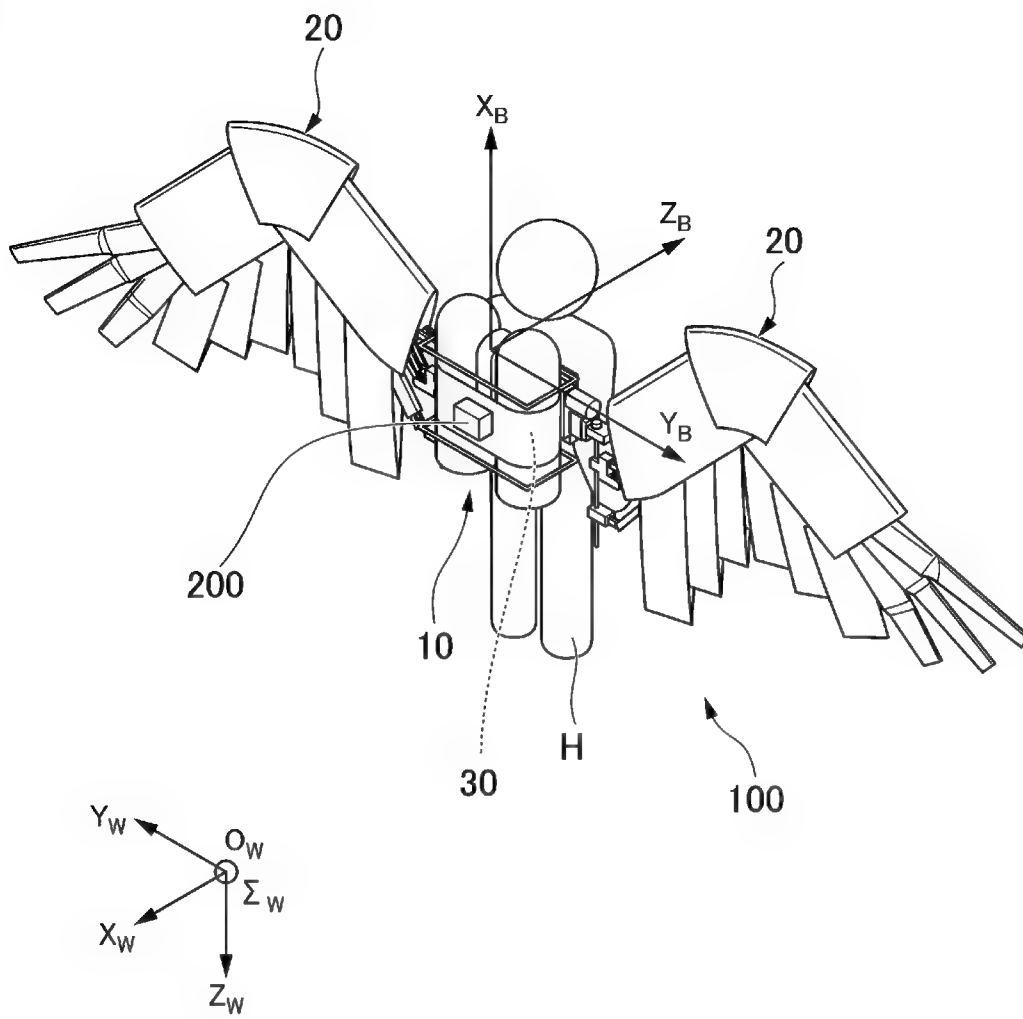
### 請求の範囲

- [請求項1] 飛行時の推力を付与する推力装置と、  
飛行時の姿勢を維持し、かつ飛行する方向を転換する翼と、  
前記推力装置の出力の強さを制御する制御部と、  
使用者が着脱可能な着脱部と、  
を備える、  
飛行機具。
- [請求項2] 前記制御部が、前記翼による飛行姿勢及び飛行方向と、前記推力装置の出力と、を制御する、  
請求項1に記載の飛行機具。
- [請求項3] 前記飛行機具の姿勢を検知する姿勢センサを更に備える、  
請求項1又は2に記載の飛行機具。
- [請求項4] 飛行する地点を把握する位置センサを更に備える、  
請求項1から3のいずれか1項に記載の飛行機具。
- [請求項5] 外部と通信する通信部を更に備える、  
請求項1から4のいずれか1項に記載の飛行機具。
- [請求項6] 前記翼は折り畳みが可能である、  
請求項1から5のいずれか1項に記載の飛行機具。
- [請求項7] 請求項1から6のいずれか1項に記載の飛行機具を複数の前記使用者が共有する運営方法であって、  
使用者が前記飛行機具を装着して前記飛行機具によって出発地から目的地まで飛行した後、前記飛行機具のみが前記目的地から前記出発地まで飛行する、  
運営方法。

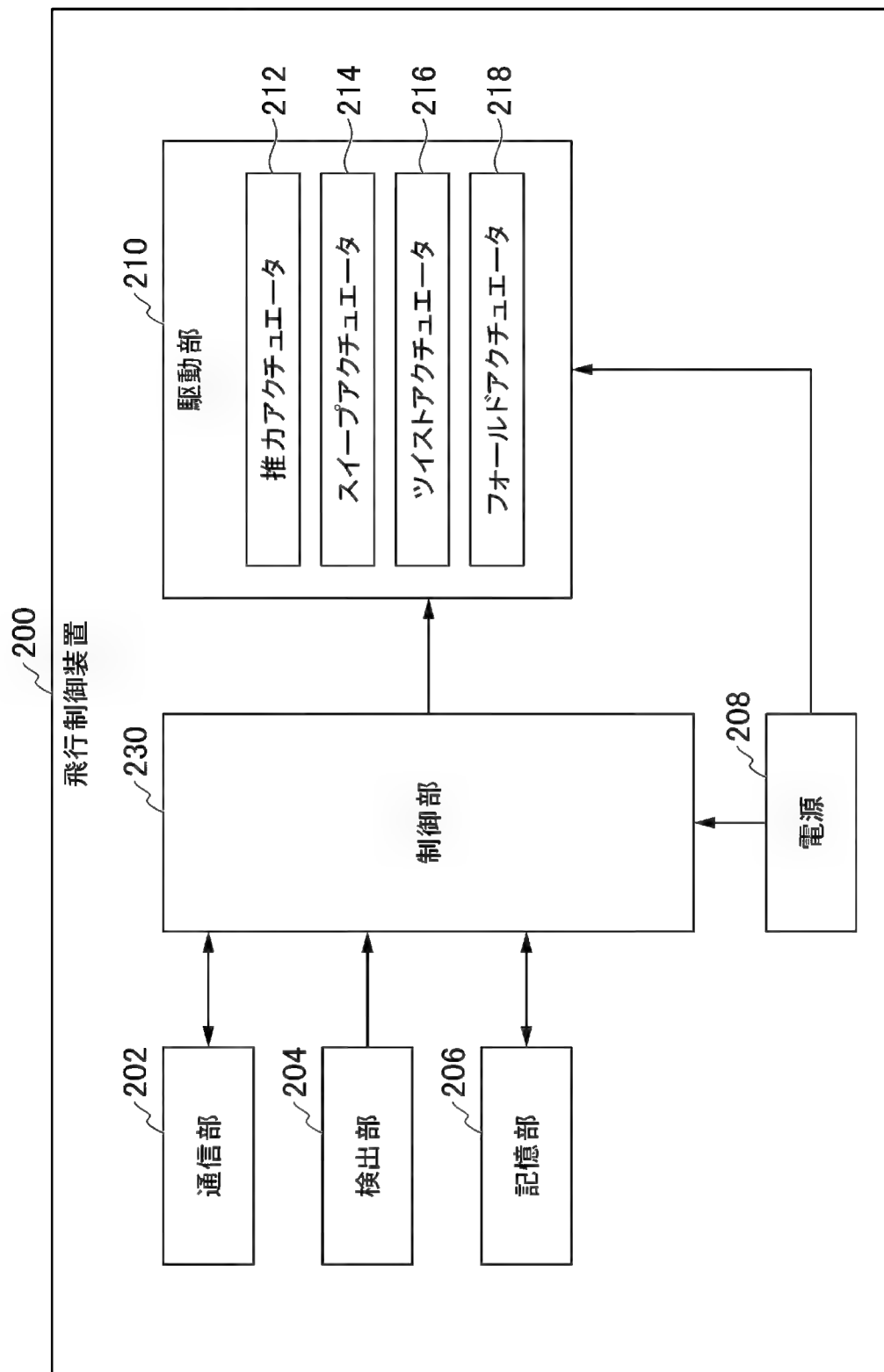
[図1]



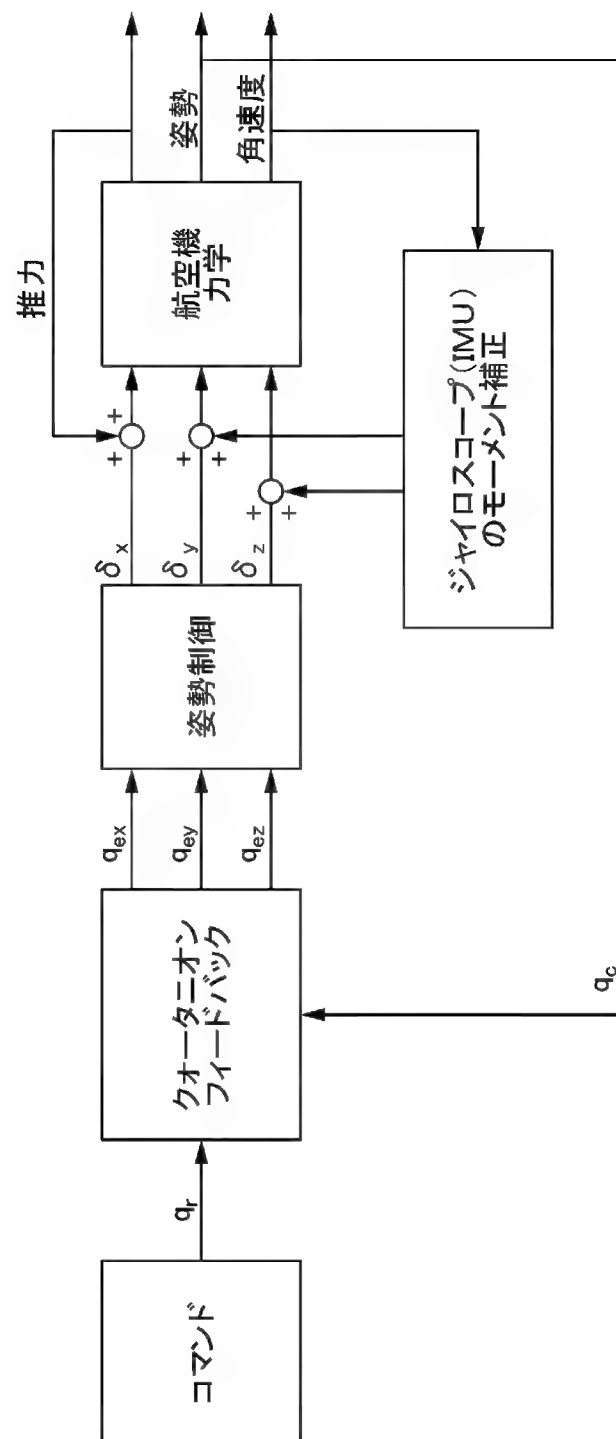
[図2]



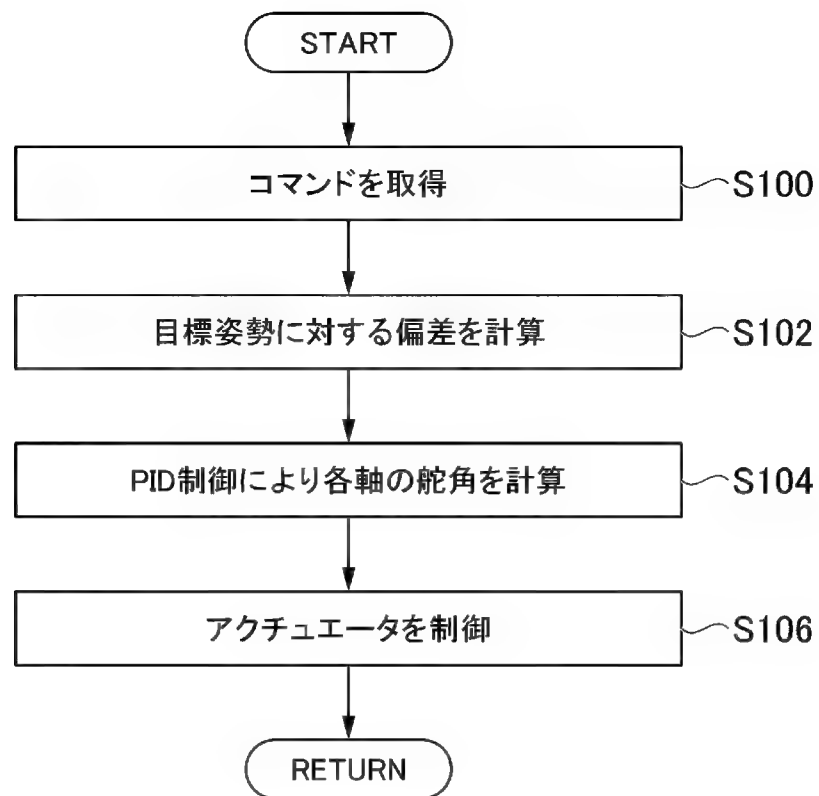
[図3]



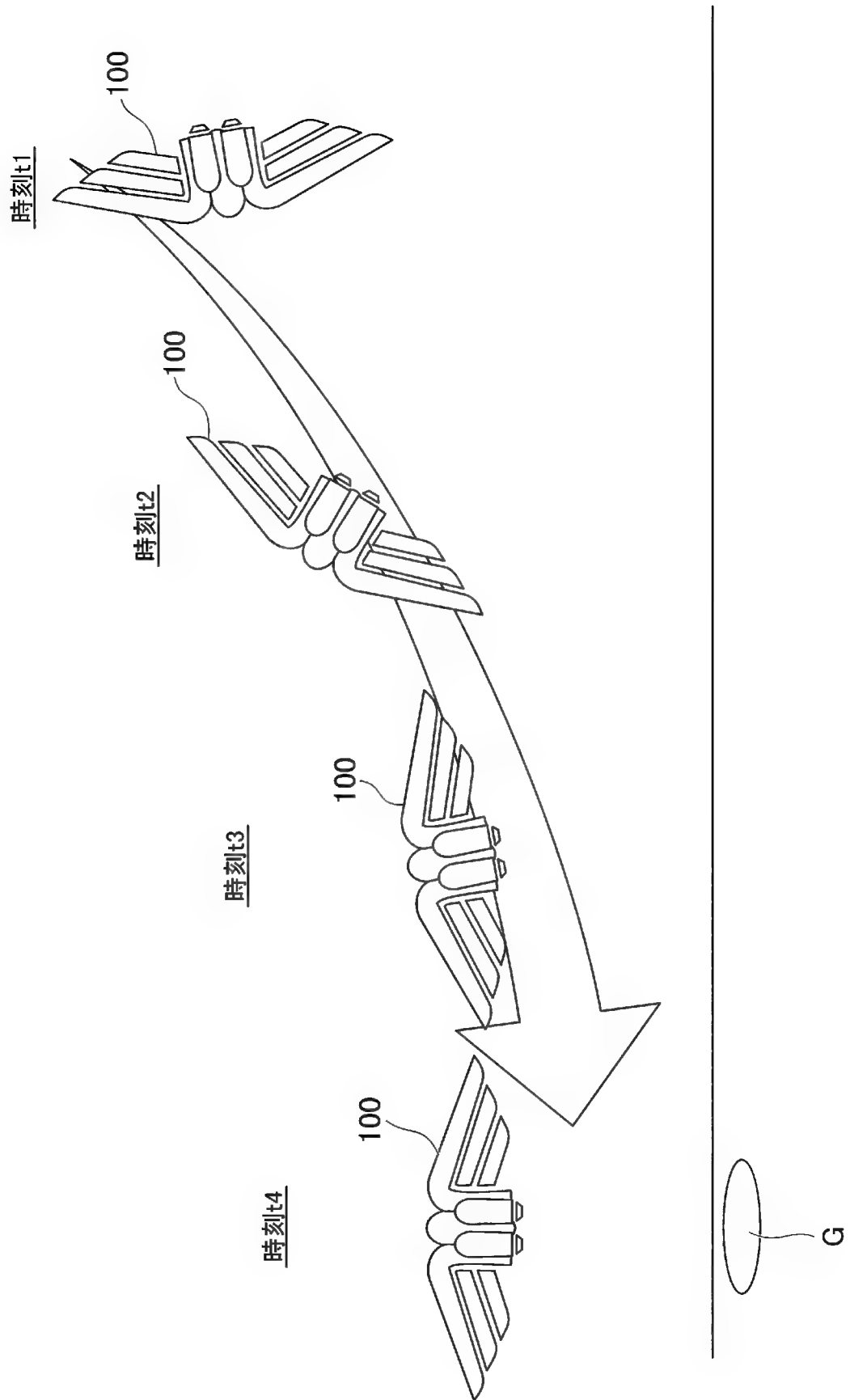
[図4]



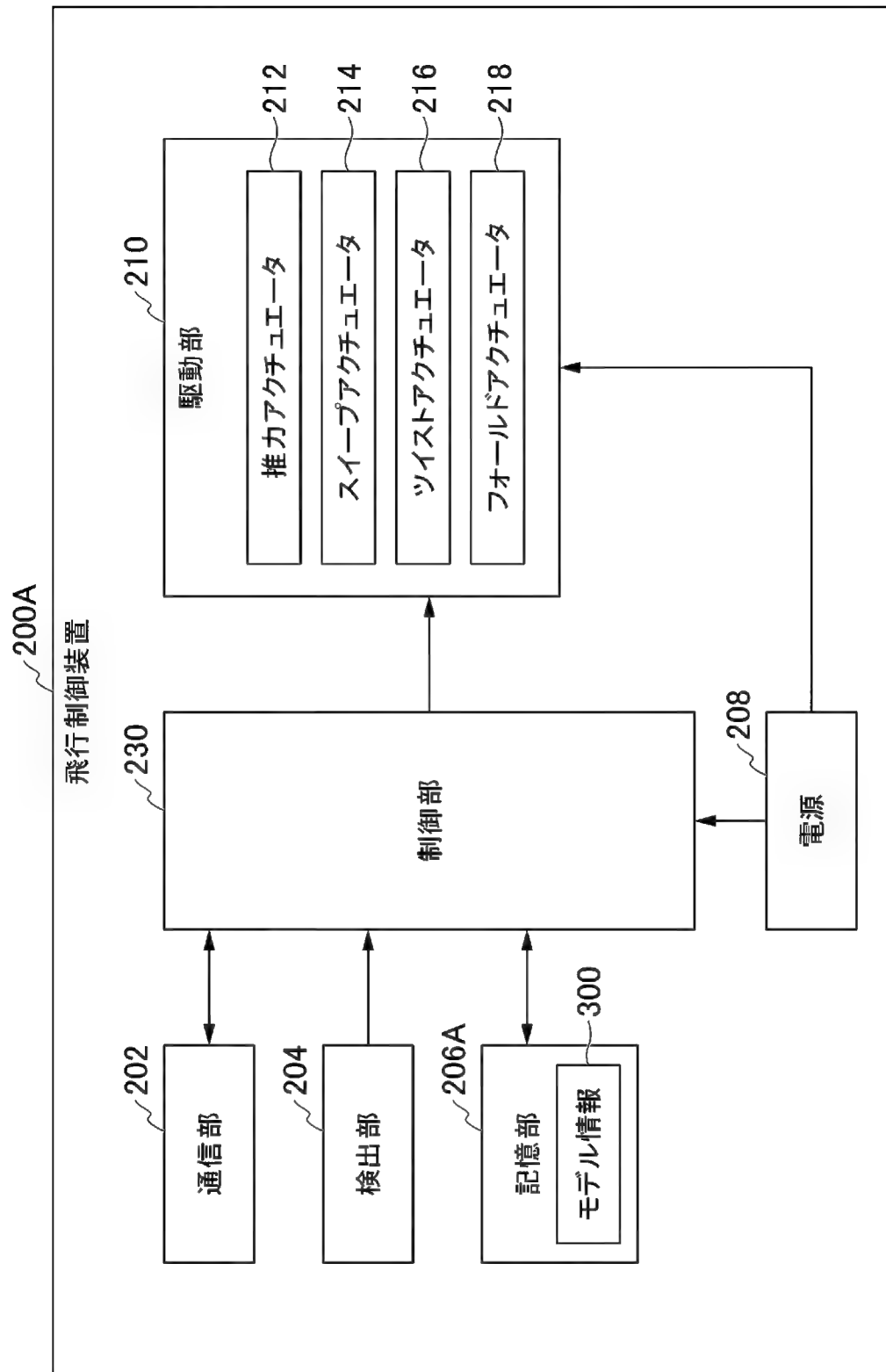
[図5]



[図6]



[図7]





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/026858

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

**B64C 29/04**(2006.01)i; **B64C 3/56**(2006.01)i; **B64C 39/00**(2006.01)i; **B64C 39/02**(2006.01)i; **G08G 5/00**(2006.01)i  
 FI: B64C29/04; B64C39/00 Z; G08G5/00 A; B64C3/56; B64C39/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B64C29/04; B64C3/56; B64C39/00; B64C39/02; G08G5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996  
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4253625 A (DMITROWSKY, Igor) 03 March 1981 (1981-03-03) columns 2-5, fig. 1-16	1
Y		2-7
Y	JP 2017-15528 A (TOPCON CORP) 19 January 2017 (2017-01-19) paragraphs [0026]-[0047], fig. 1-4	2-5, 7
Y	JP 2020-183159 A (UNIV TOKYO) 12 November 2020 (2020-11-12) paragraphs [0028]-[0033], fig. 5-6	6
A	US 6685135 B2 (GEISSLER, Alban) 03 February 2004 (2004-02-03)	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date  
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

**17 August 2022**

Date of mailing of the international search report

**30 August 2022**

Name and mailing address of the ISA/IP

**Japan Patent Office (ISA/JP)  
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915  
 Japan**

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2022/026858**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	4253625	A	03 March 1981	(Family: none)	
JP	2017-15528	A	19 January 2017	US 2017/0001723 A1 paragraphs [0034]-[0055], fig. 1-4	
				EP 3112967 A1	
JP	2020-183159	A	12 November 2020	(Family: none)	
US	6685135	B2	03 February 2004	WO 1999/024319 A1	
				DE 19749936 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B64C 29/04(2006.01)i; B64C 3/56(2006.01)i; B64C 39/00(2006.01)i; B64C 39/02(2006.01)i; G08G 5/00(2006.01)i FI: B64C29/04; B64C39/00 Z; G08G5/00 A; B64C3/56; B64C39/02		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B64C29/04; B64C3/56; B64C39/00; B64C39/02; G08G5/00 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	US 4253625 A (DMITROWSKY, Igor) 03.03.1981 (1981-03-03) 第2-5欄, 図1-16	1
Y		2-7
Y	JP 2017-15528 A (株式会社トプコン) 19.01.2017 (2017-01-19) 段落[0026]-[0047], 図1-4	2-5, 7
Y	JP 2020-183159 A (国立大学法人 東京大学) 12.11.2020 (2020-11-12) 段落[0028]-[0033], 図5-6	6
A	US 6685135 B2 (GEISSLER, Alban) 03.02.2004 (2004-02-03)	1-7
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 17.08.2022		国際調査報告の発送日 30.08.2022
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 諸星 圭祐 3D 5784 電話番号 03-3581-1101 内線 3339

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/026858

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
US	4253625	A	03.03.1981	(ファミリーなし)	
JP	2017-15528	A	19.01.2017	US 2017/0001723 A1	
				段落[0034]-[0055], 図1-4	
				EP 3112967 A1	
JP	2020-183159	A	12.11.2020	(ファミリーなし)	
US	6685135	B2	03.02.2004	WO 1999/024319 A1	
				DE 19749936 A1	